



3D MODELIRANJE I 3D TISAK ŠUPLJIKAVIH STRUKTURA U OBUĆARSTVU

3D MODELING AND 3D PRINTING OF HOLLOW STRUCTURE IN FOOTWEAR INDUSTRY

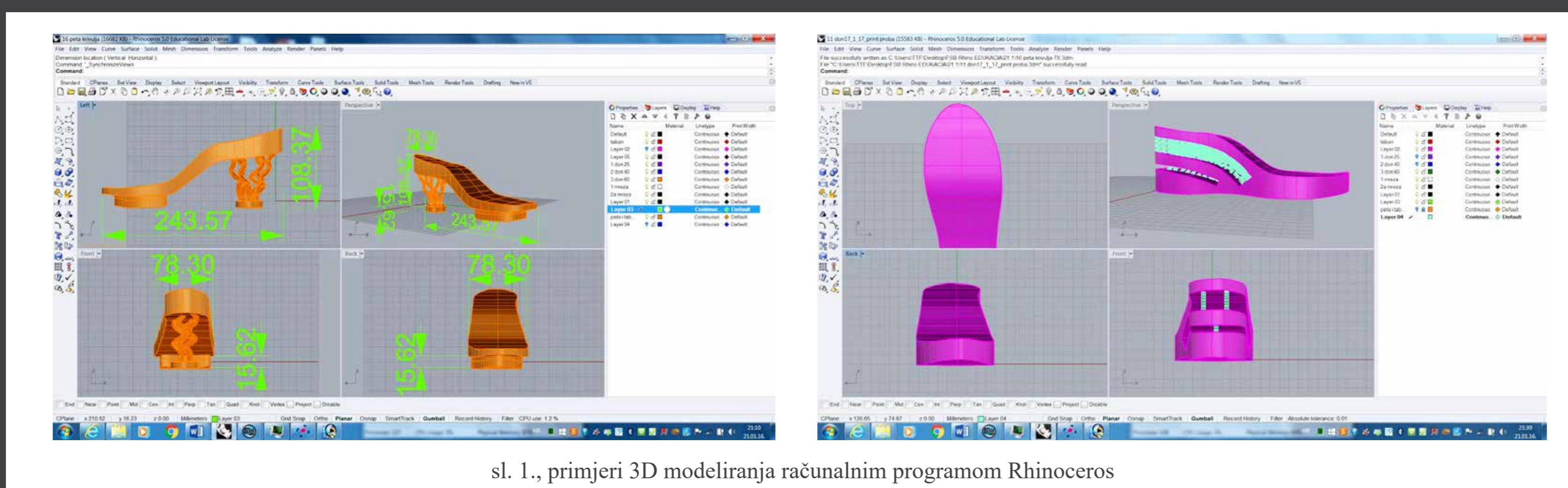
1. Uvod

Suvremeni zahtjevi tržišta postavljaju sve strože zahtjeve pred procese razvoja i proizvodnje. Uz zahtjev za povišenje kvalitete proizvoda i razine fleksibilnosti pri razvoju i proizvodnji, istodobno se nameću zahtjevi za sniženje troškova, a posebice za skraćivanje vremena razvoja i proizvodnje. Dodatni trend koji je sve uočljiviji u pojedinim segmentima tržišta je napuštanje masovne proizvodnje u korist maloserijske, a vrlo često i pojedinačne (personalizirane) proizvodnje. Kako bi se udovoljilo takvim zahtjevima na tržištu, od druge polovine 80-ih godina prošlog stoljeća razvijaju se i primjenjuju suvremeni postupci aditivne proizvodnje. Glavna je značajka tih postupaka dodavanje materijala, najčešće sloj po sloj, do izrade cijelog proizvoda. Takvo načelo proizvodnje omogućuje pravljenje vrlo komplicirane geometrije proizvoda koju bi drugim, klasičnim postupcima proizvodnje bilo vrlo teško ili nemoguće načiniti. Dodatna je značajka aditivnih postupaka da se u načelu proizvodnja obavlja izravno na opremi za aditivne postupke na osnovi 3D računalnog modela proizvoda, bez potrebe za dodatnim alatima. Primjena aditivnih postupaka u obućarstvu pruža mogućnosti izrade pojedinih segmenata obuće; donova, peta ili funkcionalnih i ukrasnih elementa te cjelovitog modela jednostavnih ili složenih geometrija.

2. Eksperimentalni dio

U radu je proveden postupak 3D modeliranja donjišta obuće u programu Rhinoceros (slika 1) i primjena tehnologije taložnog očvršćavanja (FDM), 3D tisk, za izradu donjišta na uređaju MakerBot Replicator 2X (slika 2). Šupljikave strukture tiskane su primjenom ABS-a (akrilonitril/butadien/stiren).

Računalni program Rhinoceros omogućava stvaranje, uređivanje, analizu i animaciju kompliciranih struktura te modeliranje prototipova visoke točnosti, a kompatibilan je s drugim računalnim programima za dizajn.



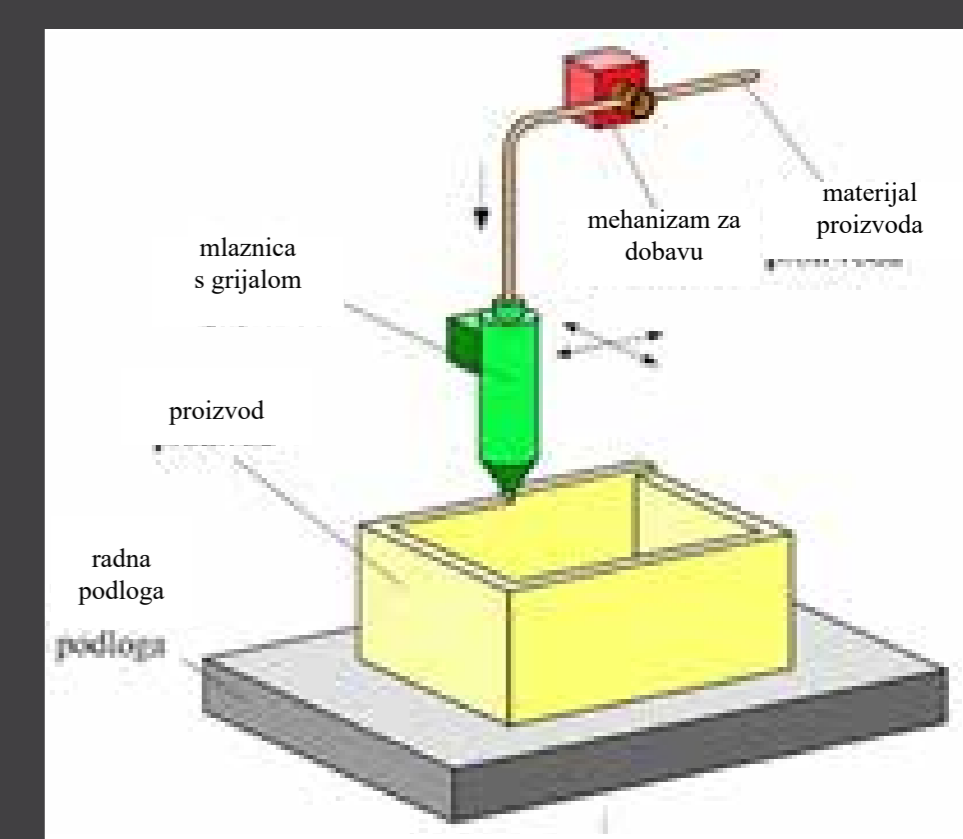
sl. 1., primjeri 3D modeliranja računalnim programom Rhinoceros



sl. 2. MakerBot Replicator 2X

Postupak taložnog očvršćavanja (FDM)

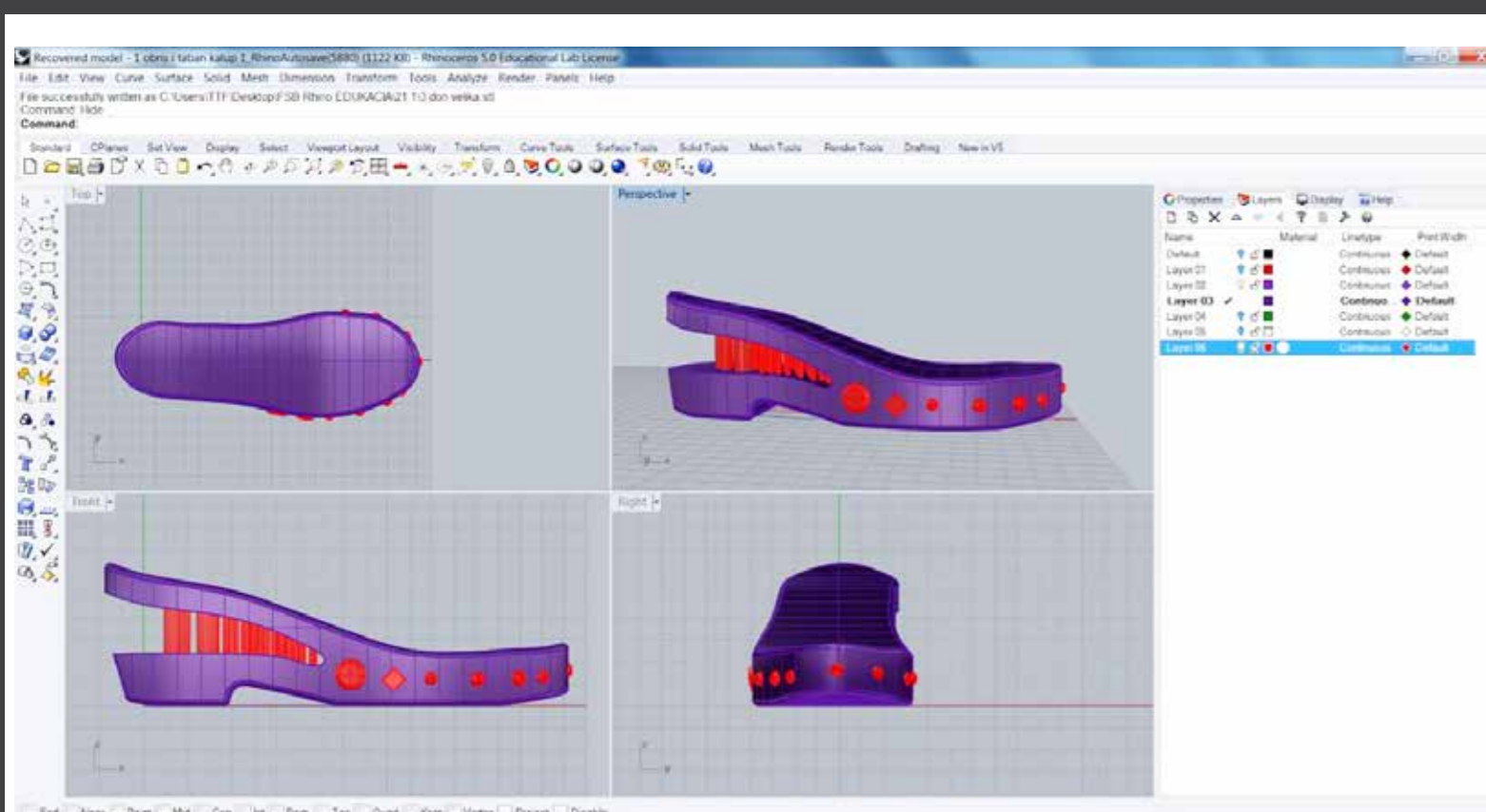
Uređaji za FDM rade na načelima troosnog NC obradnog centra. Kroz mlaznicu, upravljanu s pomoću računala u sve tri osi, prolazi polimerni materijal u obliku žice, koji se u mlaznici zagrijava i tali (slika 3). Materijal napušta mlaznicu u kapljevitom stanju, a pri sobnoj temperaturi vrlo brzo očvršćuje. Stoga je osnovni zahtjev FDM procesa održavanje temperature kapljevito materijala malo iznad temperature očvršćavanja. Tijekom građenja proizvoda materijal se ekstrudira i polaže na željena mjesta u vrlo finim slojevima. Za izradu proizvoda kompliciranije geometrije može se uporabiti i podupor. Tada je riječ o modifikiranju postupka uporabom dvostruke glave ekstrudera. Pri tome jedna mlaznica nosi građivni materijal, a druga poduporni materijal. U tom se slučaju između podupora i proizvoda postavlja sloj za razdvajanje, tako da se nakon izrade proizvoda podupor može bez teškoća odvojiti bez oštećivanja proizvoda. FDM postupkom obuhvaćen je širok raspon primjene prije svega zbog velikog broja raspoloživih materijala za izradu proizvoda: od polisulfona do standardnih ABS-a, PC-a i ABS/PC-a, PLA, PMMA, PA, itd., u različitim bojama. U posljednje vrijeme intenzivno se razvijaju i savitljivi materijali.



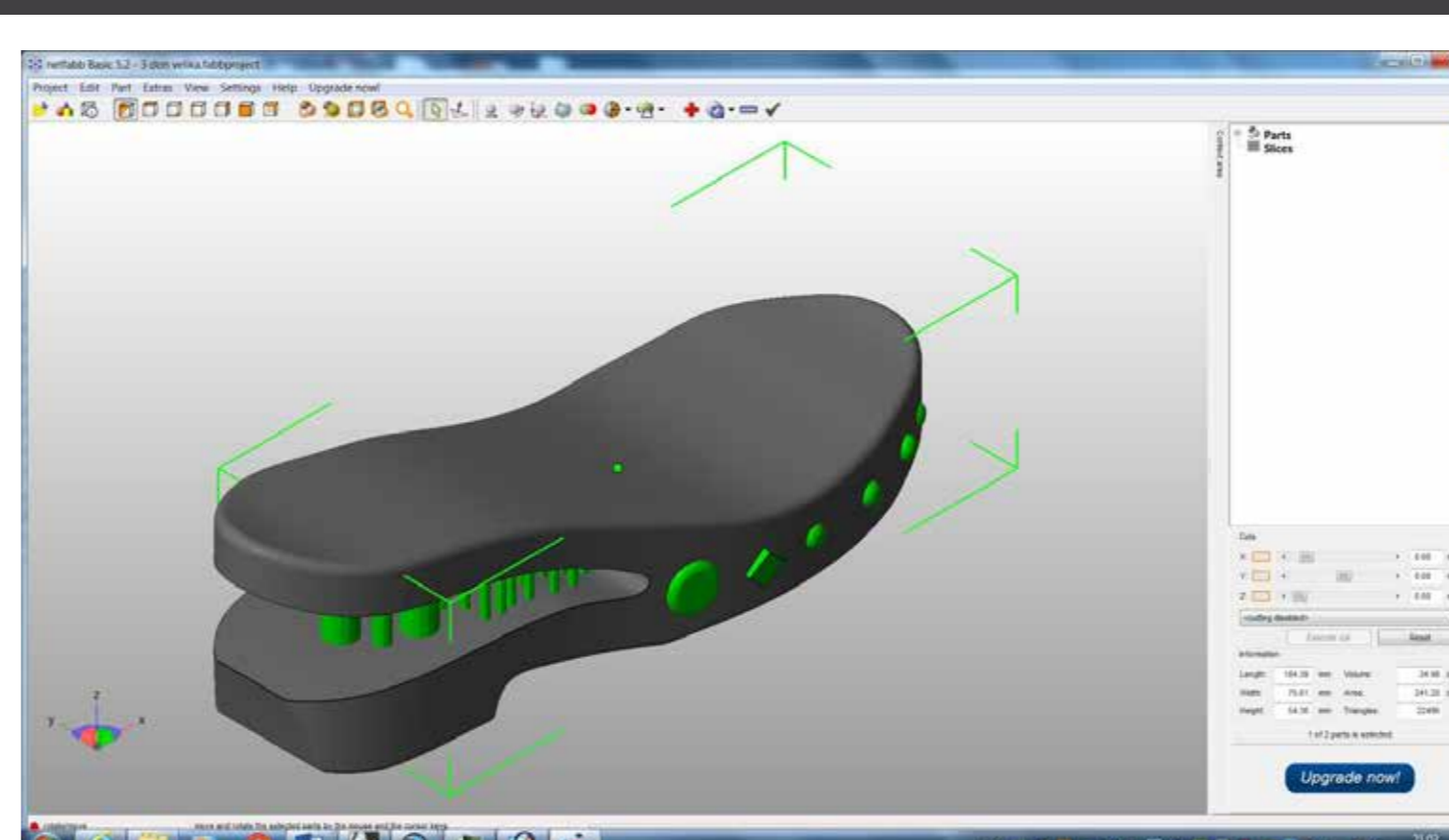
sl. 3., postupak taložnog očvršćavanja (FDM)

3. Rezultati s raspravom

Modelirana donjišta realizirana su FDM tehnologijom koristeći ABS. Ovaj materijal ima široku primjenu u 3D tisku. Dobiveni proizvodi od ABS-a su lagani i čvrsti, a zadovoljavajuća elastičnost, nužna u proizvodnji obuće, nastojala se postići FDM tehnologijom (3D tiskom) šupljikavih struktura. Uspješnoj realizaciji šupljikavih struktura zadovoljavajuće elastičnosti prethodi 3D modeliranje, pri čemu je primarna buduća primjena modeliranih dijelova. Dobiveni rezultati potvrđuju da šupljikave strukture mogu doprinijeti postizanju elastičnih struktura u proizvodnji donjišta obuće FDM tehnologijom, ali uz potrebu daljnjeg optimiranja procesnih parametara, osobito korištenog polimera.



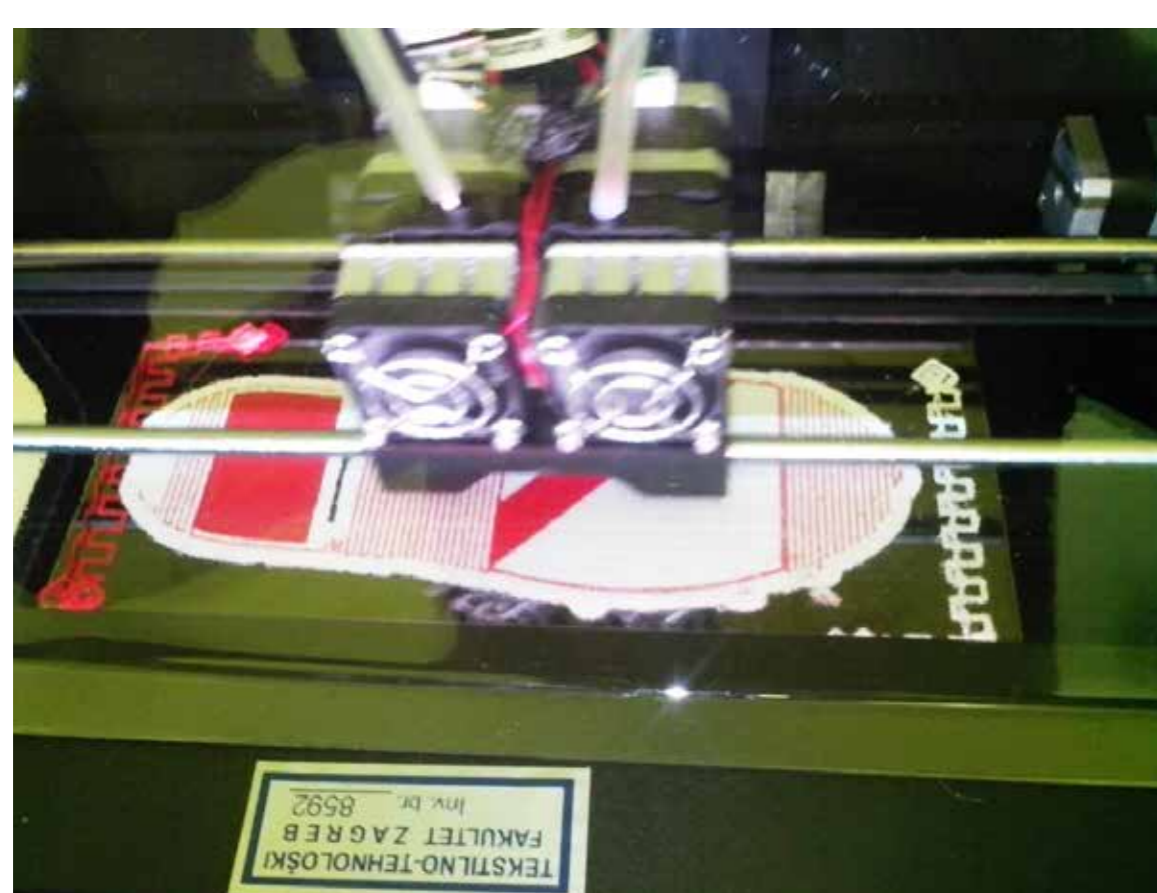
sl.4., izgled Rhino sučelja u operativnom sustavu Windows i prikaz 3D modeliranja donjišta



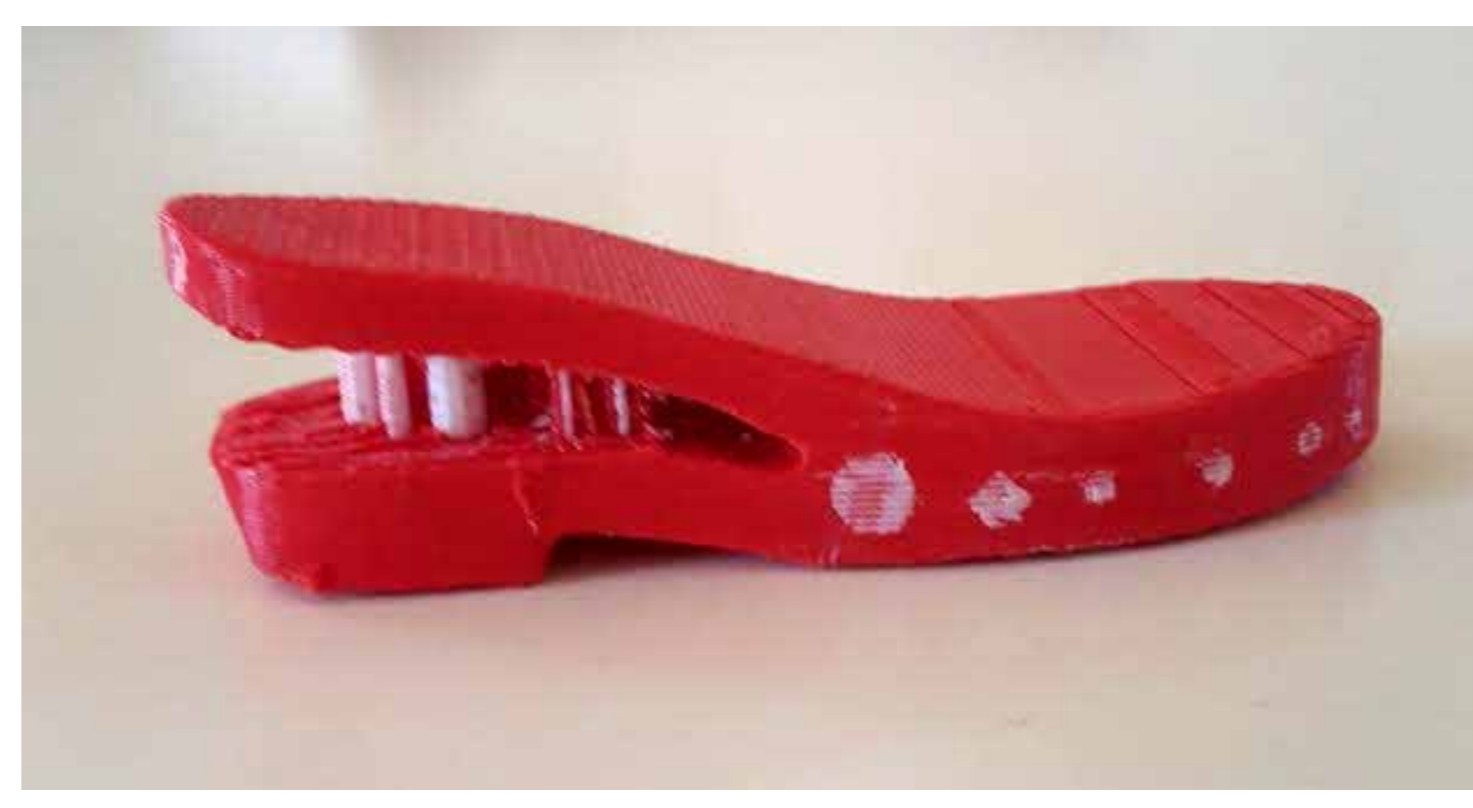
sl. 5., prikaz provjere ispravnosti prije ispisa



sl.6., prikaz pozicioniranja modela na radnoj podlozi i definiranje parametara za tisk



sl. 7., početak ispisa na MakerBot Replicatoru 2X postupkom FDM



sl. 8., tiskani dvobojni 3D uzorak donjišta od ABS-a

4. Zaključak

Zbog zahtjeva tržišta za sniženjem troškova i vremena razvoja i proizvodnje, današnji trend postaje primjena suvremene aditivne tehnologije. Tehnologijom taložnog očvršćavanja (3D tisk) omogućena je izrada proizvoda vrlo složene geometrije u relativno kratkom vremenu. Iz estetskih i funkcionalnih razloga pri primjeni FDM tehnologije u obućarstvu važnu ulogu imaju šupljikave strukture. Nedostatak elastičnosti npr. ABS materijala može se do određenog stupnja riješiti modeliranjem šupljikavih struktura te ovaj materijal, u proizvodnji donjišta obuće može biti zadovoljavajući u proizvodnji prototipova dizajnerskih rješenja.